

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

DRY ETCHING METHOD OF Al_xGa_{1-x}N

Patent Number: JP1204425
Publication date: 1989-08-17
Inventor(s): HASHIMOTO MASAFUMI
Applicant(s): TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC
Requested Patent: ☐ JP1204425
Application Number: JP19880027591 19880210
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/302; C23F4/00; H01L21/66; H01L33/00
EC Classification:
Equivalents: JP2613414B2

Abstract

PURPOSE: To perform etching readily at a high speed without deteriorating the surface of a crystal, by introducing CF₄ gas as a gas, and etching an Al_xGa_{1-x}N wafer mounted on one electrode with plasma that is generated by the application of high frequency power.

CONSTITUTION: Two electrodes 3 and 4 which are arranged in a facing pattern are insulated from a vacuum container with an insulator such as Teflon. High frequency power is applied to the electrode 3 on which an Al_xGa_{1-x}N wafer is mounted from a high frequency power source 5 through a matching device 6. The other electrode 4 is grounded. After remaining gas is sufficiently exhausted with an exhausting means, CF₄ gas is introduced. The pressure of etching gas is adjusted with a conductance valve 9. When the high frequency power is applied to the electrode 3, glow discharge is generated, and etching is started. Especially, when the electrode of a blue light emitting diode which is obtained by laminating AlN and GaN on sapphire is provided on the same side, i.e., the surface side, etching characterized by excellent reproducibility and controllability can be performed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-204425

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)8月17日

H 01 L 21/302
C 23 F 4/00
H 01 L 21/66
33/00

F-8223-5F
A-6793-4K
X-6851-5F
A-7733-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 $Al_xGa_{1-x}N$ のドライエッチング法

⑯ 特 願 昭63-27591

⑰ 出 願 昭63(1988)2月10日

⑱ 発 明 者 橋 本 雅 文 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社豊田中央研究 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1
所

⑳ 代 理 人 弁理士 星野 恒司

明 細 書

(従来技術とその問題点)

1. 発明の名称

$Al_xGa_{1-x}N$ のドライエッチング法

2. 特許請求の範囲

真空容器内に互いに対向配置された2枚の電極を有し、この電極間に高周波電力を印加する手段およびこの真空容器内にガスを導入する手段を具備したプラズマエッチング装置を用い、前記ガスとして(CF₄ガス)を導入し、前記高周波電力の印加によって発生したプラズマにより前記電極の一方に設置した $Al_xGa_{1-x}N$ (但し、 $0 \leq x \leq 1$) をエッチングする $Al_xGa_{1-x}N$ のドライエッチング法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の技術分野)

本発明は化合物半導体のドライエッチング法に関し、特に $Al_xGa_{1-x}N$ 結晶をプラズマエッチング法を用いることによりエッチングする方法に関するものである。

$Al_xGa_{1-x}N$ は青色発光ダイオードを始めとして短波長領域の発光半導体素子材料として注目されている。従ってこの材料を発光半導体素子に用いるには他半導体と同様にメサ、リセスなどのエッチングが必要となる。

ところが $Al_xGa_{1-x}N$ は化学的に非常に安定な物質であり、通常H-V族化合物に用いられる塩酸、硫酸、フッ酸等或いはこれらの混合液などには溶解しない。そのため、 $Al_xGa_{1-x}N$ 結晶のエッチング法に関しては余り多くのことは知られていない。現在までに知られている方法は

① 苛性ソーダ、苛性カリ或いはピロ硫酸カリウムを400℃以上にして溶解させたものを用いる方法

② 0.1N苛性ソーダ溶液を用いた電解ジェットエッチング法

③ リン酸：硫酸=1：2～1：5の混合液を用い、180℃～250℃の間でエッチングを行う方法などがあるが、上記①、②の方法は実用面での難

しさに問題があり、また、上記エッチング法は電極温度変化による大幅なエッチングレートの変化が問題となっている。

一方ガスを用いた方法については、高温H₂或いはHClガス中ではエッチングはされないという程度しか報告がなく、プラズマエッチングについては全く報告されていない。

(発明が解決しようとする課題)

本発明は前記の問題点を考慮してなされたものでプラズマエッチング方法を用いてAl_{0.5}Ga_{0.5}N結晶を容易にしかも速く且つ結晶表面を悪化させることなくエッチングする方法を提供するものである。

(課題を解決するための手段)

本発明は、真空容器内に互に対向配置された2枚の電極を有し、この電極間に高周波電力を印加する手段およびこの真空容器内にガスを導入する手段を具備したプラズマエッチング装置を用い、前記ガスとしてCF₄(四フッ化炭素)ガスを導入し、前記高周波電力の印加によって発生したプ

ラズマにより前記電極の一方に設置したAl_{0.5}Ga_{0.5}Nをエッチングするドライエッチング法である。

(発明の作用および効果)

本発明によればAl_{0.5}Ga_{0.5}Nをプラズマエッチング法によりエッチングすることができる。

Al_{0.5}Ga_{0.5}Nを用いて半導体素子を製造する工程において本発明のプラズマエッチング法を導入した場合、生産性、再現性及び容易性は従来の湿式プロセスに比べて大幅に改良されるため、その工業的価値は極めて高い。

(実施例)

本発明の詳細を図示の実施例によって説明する。

第1図は本発明に用いたAl_{0.5}Ga_{0.5}Nをエッチングするための平行平板型装置の概略を示している。例えばステンレス製の真空容器1にエッチング用ガス導入口2が設けられ、CF₄ガス10が導入される。対向配置された2枚の電極3、4はテフロンなどの絶縁物によって真空容器から絶縁されている。高周波電圧5(13.56 MHz)から、整合

器6を経てAl_{0.5}Ga_{0.5}Nウエハ7の置かれている電極3に印加され、他方の電極4が接地された状態になっている。

CF₄ガス10は拡散ポンプやロータリポンプなどの排気手段で残留ガスを十分排気した後を導入され、コンダクタンスバルブ9によってエッチングガス圧力が調整されるようになっている。電極3に高周波電力が印加されるとグロー放電を生じ、ガスプラズマが発生し、エッチングが開始される。

第2図から第6図は、本発明の一実施例であるAl_{0.5}Ga_{0.5}Nのx=0の場合であるGa_{0.5}Nのプラズマエッチング法を説明するための図である。

まず第2図に示す如くサファイア基板C面11上にAl_{0.5}N 12(500Å)、Ga_{0.5}N 13(3μm)を連続的に成長させた。次に第3図に示す如く成長形成した上記Ga_{0.5}N 13層の表面の一部をサファイア基板11でおおう。しかるのち第1図に示した平行平板型装置を用いてCF₄ガスをマスフローコントロール8で10sccmに、又コンダクタンスバルブ9によってエッチングガス圧力を0.04 Torrの圧力

に調整し、高周波電力密度0.4w/cm²でエッチングを行なった結果、第4図に示す如くGa_{0.5}N結晶がエッチングされた。段差計を用いて測定したところ第5図に示すようになり、これよりエッチングレートは170Å/minとなった。また、第6図に示す如く、エッチング前後でPL(ヘリウムガスドミレーザをあてて、フォトルミネッセンス発光を測定する方法)測定結果に差はなく、結晶性も保持されていることがわかる。

なお、上記実施例においては、Al_{0.5}Ga_{0.5}Nのxが0の場合であるGa_{0.5}Nのエッチングについて説明したが、第3図の方式で十分エッチングするとGa_{0.5}N 13層のみならずAl_{0.5}N 12層もなくなることからAl_{0.5}Ga_{0.5}Nのxが0以外の場合にも十分エッチングができることを確認できた。

本発明のドライエッチング法は、特にサファイア上にAl_{0.5}NとGa_{0.5}Nを積層して作る青色発光ダイオードの電極を同一個つまり表面側からとるときに再現性及び制御性のよいエッチングを行うことができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に用いたプラズマエッチング装置、第2～4図は本発明の実施例を説明するための図、第5図はGa_{0.4}N層のエッチング結果を示す図、第6図はエッチング前後におけるPL(フォトルミネッセンス測定)の結果を示す図である。

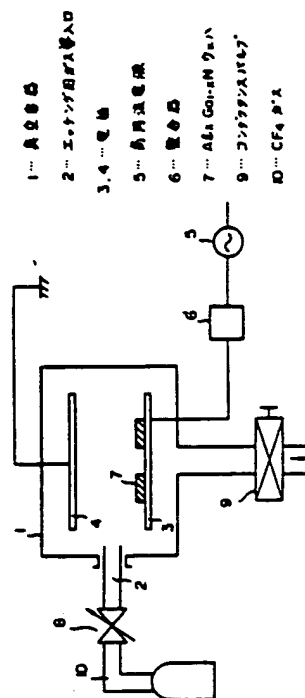
1…真空容器、2…エッチング用ガス導入口、3, 4…電極、5…高周波電源、6…重合器、7…Al_{0.4}Ga_{0.6}Nウェハ、8…マスフローコントロール、9…コンダクタンスバルブ、10…CF₄ガス。

特許出願人 株式会社豊田中央研究所

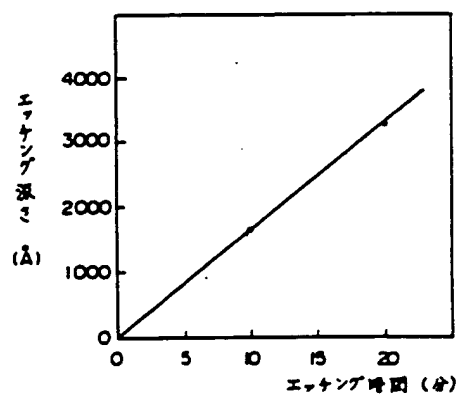
代理人 星野 恒



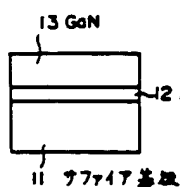
図 1 概



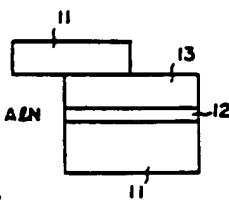
第 5 図



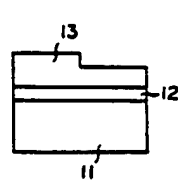
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 6 図

